View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Tsukuba Repository

Development of a simple model for estimating evapotranspiration using remote sensing (Sim-ReSET)

著者	孫 志剛
内容記述	Thesis (Ph. D. in Science)--University of Tsukuba, (A), no. 4670, 2008.3.25 Includes bibliographical references
発行年	2008
URL	http://hdl.handle.net/2241/107533

【207】

氏　名（国籍）	孫（すん）　志（し）　剛（こう）（中　国）
学位の種類	博　士（理　学）
学位記番号	博　甲　第　4670　号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	**Development of a Simple Model for Estimating Evapotranspiration Using Remote Sensing (Sim-ReSET)** （リモートセンシングを用いた簡易蒸発散量推定モデルの開発）

主　査	筑波大学教授	工学博士	福　島　武　彦
副　査	筑波大学教授	理学博士	杉　田　倫　明
副　査	筑波大学講師	博士（農学）	奈佐原　顕　郎
副　査	筑波大学講師	博士（地球環境科学）	松　下　文　経

論文の内容の要旨

蒸発散（ET）は陸面上における水とエネルギー収支推定ための重要なコンポーネントの 1 つであり，水や土壌管理には，空間と時間の様々なスケールでの蒸発散量情報が必要となる。グローバルスケールでの蒸発散量を推定するためには，限られた地表観測ネットワークと比べ，リモートセンシング（RS）の手法が有効と考えられるため，リモートセンシングデータから蒸発散量を推定するモデルが従来から数多く提案されてきた。しかし，これらのモデルは地表面観測データ，あるいは気象データに依存したものであった。本研究では，リモートセンシングデータのみで蒸発散量を推定できる新たなモデルを開発することを目的とした。

まず，2002 年の中国華北平原における冬小麦畑の詳細な地表面データを用いて，NASA が開発した RS-ET モデル（MOD16）を検証した。その結果，地表面観測データのサポートがなければ，キャノピの抵抗と空気力学的抵抗が過小推定され，結果として蒸発散量が過大推定されたことがわかった。すなわち，従来の RS-ET モデルにおいて蒸発散量を正確に推定するためには地表面のデータは不可欠であることが示唆された。

次に，地表面データを使用しない蒸発散量推定モデル（Sim-ReSET）を開発した。ドライポイント（蒸発散量なしの画素）を導入することにより，空気力学抵抗を取り除くことが可能となった。また，キャノピの抵抗は，地面エネルギー収支の残差として蒸発散量を推定することによって，除去することができた。Sim-ReSET モデルへの入力パラメータとしては，純放射量，地中伝導熱，キャノピの高さ，画素の表面温度，気温及びドライポイントに関連するパラメータのみとなり，また，これらのすべてはリモートセンシングデータから直接・間接的に推定することができる。

さらに，スペクトルミクスチャ解析によって，MODIS 混合画素の表面温度を純粋な植生表面温度と純粋な土壌表面温度に分離した。そして，植生表面温度の最小値と土壌表面温度の最大値をそれぞれウェットポイント（蒸発散する水が十分にある画素）とドライポイントの温度とする新たな方法を提案した。この方法を，2003 年の中国華北平原における 30km × 30km の範囲で，地表面観測データと MODIS データを用いて

検証した。その結果，この方法は，一年通して高精度でドライポイントとウェットポイントを推定することができることを示した。

最後に，2003 年の中国華北平原において，MODIS プロダクツを用いて，Sim-ReSET モデルとオリジナルの MOD16 モデルにより蒸発散量を推定し，図化した。ピクセルベースで計算した蒸発散量を，渦相関法による観測した地面フラックスデータを用いて検証した。その結果，Sim-ReSET モデルの精度は，他のモデル・アルゴリズムの精度と近いものであった。MOD16 モデルによって推定された蒸発散量の誤差（RMSE）は 65.48W/m^2 であったが，Sim-ReSET モデルの RMSE は 58.74W/m^2 であった。しかし，Sim-ReSET モデルを適用する際に，2 つの制限があった。1 つは大気中の安定度の修正を考慮していないため蒸発散量がやや過大推定される傾向があること，もう 1 つは雲のない晴日のデータのみを利用できること，であった。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では，地表面データを必要とせず，リモートセンシングで観測可能な，純放射量，地中伝導熱キャノピ高，表面温度，気温及びドライポイントに関するパラメータのみで蒸発散量を推定する Sim-ReSET モデルを開発した。その過程において，空間解像度の粗い衛星画像から，ドライポイントとウェットポイントの情報を求める方式を提案し，これらを用いて植生表面温度の最小値と土壌温度の最高値を推定する方式を確立した。最後に，以上のモデルを中国華北平原に適用し，蒸発散量を推定し，その実測値と比較することから，本モデルの精度が高いことを確認した。

以上のように，本研究はグローバルスケールで水・熱環境を考える際に基本となる蒸発散量を，衛星画像のみから推定するモデルを開発し，実際の場に適用し，精度を評価した。したがって得られた成果は学術的に大きいと判断する。

よって，著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。